



POTILAIKEN SAAMAT SÄTEILYANNOKSET LANNERANGAN RÖNTGENTUTKIMUKSESSA

Alla Finne

Opinnäytetyö
Syyskuu 2012
Radiografian ja sädehoidon
koulutusohjelma
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Radiografia ja sädehoito

ALLA FINNE

Potilaiden saamat säteilyannokset lannerangan röntgentutkimuksessa

Opinnäytetyö 28 sivua, josta liitteitä 4 sivua
Syyskuu 2012

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata potilaiden lannerangan röntgentutkimuksesta saamia säteilyannoksia sekä selvittää, miten lannerangan röntgentutkimukselle asetetut vertailutasot toteutuivat. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eräs röntgenyksikkö.

Opinnäytetyö suoritettiin kvantitatiivisena tutkimuksena. Tutkimukseen otettiin mukaan 20 aikuista (yli 18-vuotiaita) normaalipainoista (70 ± 15 kg) potilasta. Lannerangan röntgentutkimukset suoritettiin Keski-Suomen sairaanhoitopiirin erään yksikön kuvausohjeiden mukaisesti. Röntgenkuvat otettiin kahdesta suunnasta (AP ja LAT) potilaan ollessa seisten. Kerätyn aineiston analysoinnissa käytettiin PCXMC-annoslaskentaohjelmaa ja Tixel 8.32 -tilastolaskentaohjelmaa. Tulokset esitettiin kuvioina ja taulukoina.

Tutkimuksessa käytetty radiologisen laitteen laitetekniikka vastasi pääosin Euroopan komission antamia suosituksia. Ainoastaan hilasuhde ja lamellien määrä poikkesivat suosituksesta. AP- projektiossa potilaan saama pinta-annos (ESD) oli keskimäärin 2,43 mGy:tä, LAT- projektiossa potilaan saama pinta-annos (ESD) oli keskimäärin 3,25 mGy:tä.

Asiasanat: lannerangan röntgentutkimus, pinta-annos (ESD), DAP, efektiivinen annos, radiologinen laitetekniikka, vertailutasot

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Radiography and Radiotherapy

ALLA FINNE
Radiation Doses to Patients from Lumbar spine X-ray Examination

Bachelor's thesis 28 pages, appendices 4 pages
September 2012

The purpose of this thesis was to describe doses of radiation patients receive from lumbar spine x-ray examination and to ascertain how well the set guidelines for lumbar spine x-ray examinations were fulfilled. The thesis was carried out under the patronage of the some unit of the Central Finland Health Care District.

The method of this thesis was quantitative. The research involved 20 adult (over 18 years old) normal sized (70 ± 15 kg) patients. Lumbar spine x-ray examinations were performed in accordance with the Central Finland Health Care District Imaging unit's imaging guidelines. X-ray images were taken in two standing projections (AP and LAT). PCXMC dose calculation software and Tixel 8.32 statistical software packages were used to analyze the collected data. The results were presented as tables and graphical charts.

The radiological technique utilized in this research is compliant with the guidelines set by the European Commission for radiological techniques used in lumbar spine x-ray examinations. The results indicate that the mean entrance surface dose (ESD) received by patients in AP and LAT projections was 2,43 and 3,25 mGy respectively.

Key words: lumbar spine x-ray examination, Entrance Surface Dose (ESD), DAP, effective dose, radiological equipment, diagnostic reference level

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 LANNERANGAN RÖNTGENTUTKIMUS JA LAITETEKNIikka	6
2.1 Lannerangan röntgentutkimuksen kuvantamissuositukset	6
2.2 Radiologinen laitetekniikka lannerangan röntgentutkimuksessa	7
2.3 Säteilyannoksien seuranta ja määrittäminen lannerangan röntgentutkimuksessa	8
2.4 Aikaisemmat tutkimukset	10
3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TEHTÄVÄ	13
4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN	14
4.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä	14
4.2 Opinnäytetyöaineiston keruu ja analysointi	15
5 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET	17
5.1 Lannerangan röntgentutkimuksessa käytetty radiologinen laitetekniikka	17
5.2 Tutkimuksen taustatiedot	18
5.3 Potilaiden saamat säteilyannokset ja vertailutasojen toteutuminen lannerangan röntgentutkimuksessa	18
5.4 Potilaan saamat elinkohtaiset ja efektiiviset säteilyannokset lannerangan röntgentutkimuksessa	20
6 POHDINTA	23
6.1 Opinnäytetyön tulosten tarkastelu	23
6.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys	25
6.3 Oma oppimiskokemus	25
6.4 Jatkotutkimukset	26
LIITTEET	29
Liite 1. Tietojen keruussa käytetyt lomakkeet	29
Liite 2. Lannerangan röntgentutkimuksessa saadut säteilyannokset	31

1 JOHDANTO

Röntgensäteilyä käytetään laajasti lääketieteellisissä tutkimuksissa ja toimenpiteissä. Potilaiden säteilyn lääketieteellisestä käytöstä aiheutunut säteilyaltistus on suunniteltua ja tarkoituksellista altistusta. Vaikka siitä on suoranaista hyötyä potilaalle, säteilysuojelulla pyritään välttämään potilaan tarpeetonta altistusta. (Mustonen ym., 2007.) Säteilyn lääketieteellisen käytön yhteydessä säteilysuojelua toteutetaan arvioimalla tutkimuksen oikeutusta ja optimoimalla suojelua. Säteilyn käytön oikeutusta arvioidaan kolmella tasolla. Säteilylle altistuksesta tulisi olla enemmän hyötyä kuin haittaa, valitulla toimenpiteellä tulisi voida parantaa taudinmääritystä tai saada tarpeellista tietoa sekä valittu tutkimuksen tulisi olla sopivin menetelmä kyseiseen tapaukseen eikä haluttua tietoa ole olemassa muualla. (Mustonen ym., 2007; Säteilylaki 1991.)

Optimointiperiaate merkitsee tutkimuksen tekemistä siten, että tutkimuksen tavoite täyttyy mutta säteilyaltistus on mahdollisimman pieni. Optimoinnissa otetaan huomioon laitteiden valinta, toimenpiteen tekotapa, säteilyaltistuksen määrittäminen ja laadunvarmistus. Euroopan Unionin Neuvosto julkisti vuonna 1997 potilasturvallisuusedirektiivin (43/97/EURATOM), joka velvoittaa kaikkia toiminnanharjoittajia mittamaan ja seuraamaan potilaiden saamia säteilyannoksia ja vertamaan niitä kansainvälisiin vertailuarvoihin. Suomessa Säteilylain (592/1991) nojalla Säteilyturvakeskus (STUK) antaa säteilyn käyttöä ja muuta säteilytoimintaa koskevia ohjeita, määrittää käytössä olevia vertailutasoja sekä valvoo ohjeiden noudattamista.

Tämän opinnäytetyön aiheena on potilaiden lannerangan röntgentutkimuksessa saamien säteilyannoksien mittaaminen. Opinnäytetyön toteuttamista varten kerättiin tietoja lannerangan röntgentutkimuksesta. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Keski-Suomen sairaanhoitopiirin röntgenyksikkö.

2 LANNERANGAN RÖNTGENTUTKIMUS JA LAITETEKNIikka

2.1 Lannerangan röntgentutkimuksen kuvantamissuosituks

Lannerangan röntgentutkimus on perustutkimus, jos epäillään vakavaa tai spesifistä sairautta tai selkäkipu on kestänyt yli kuusi viikkoa. Lannerangan röntgentutkimus paljastaa rakennepoikkeavuudet, kuten skolioosin, spondylolyyisin, nikamien siirtymät ja murtumat. Röntgenkuvassa rangon luiset, oireettomillakin potilailla hyvin yleiset, kulumamuutokset näkyvät hyvin. Lannerangan röntgenkuvat eivät sulje pois etäpesäkettä, välilevytyrää tai muuta pehmytosavauriota eivätkä ole luotettavia lannerangan ydin- tai juurikanavan ahtauman vaikeusasteen arvioinnissa. (Euroopan komissio 2000, 45–47; Erkintalo, Suoranta & Manninen, 1999.)

Röntgentutkimuksessa saadun kuvan tulee kattaa tarvittava anatominen alue kokonaan ja projektoiden sekä potilaan asettelun on oltava sovitun mukaisia. Tämä helpottaa lääkärin työtä kuvaa tulkittaessa. Kuvassa tulee näkyä potilaan nimi ja sosiaaliturvatunnus, kuvauspaikka, päivämäärä ja kellonaika. Kuvissa ei saa olla artefakteja tai liike-epätarkkuutta. Kuvan kontrastin sekä kirkkauden tulee olla hyvät. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 79–100.) Lanneranka voidaan kuvata potilaan ollessa seisten tai maaten. Kuviin laitetaan aina merkinnät kuvausasennosta. (Euroopan komissio 1996, 23–24.)

Lannerangasta otetulle röntgenkuvalle on asetettu myös erityskriteerejä. AP-projektiossa (etukuva) ja LAT-projektiossa (sivukuva) tulee näkyä nikamat Th12 ja S2 välillä, nikamasolmujen hohkaluun tulee erottua hyvin, välilevytilat tulee olla avoimet. AP-projektiossa okahaarakkeiden tulee olla keskellä lannerankaa ja keskellä kuvaa. Suoliluun harjujen ja SI-nivelten on näyttävä symmetrisinä. LAT-projektiossa lannerangan tulee olla suora. LS1-LS5 nikamasolmujen on kuvauduttava laatikkomaisina, nikamakaaret tulee näkyä selkeästi. (Euroopan komissio 1996, 23–24)

2.2 Radiologinen laitetekniikka lannerangan röntgentutkimuksessa

Hyvän kuvan kriteerejä vastaavat kuvat voidaan saada oikeanlaista radiologista laitteistoa käyttäen. Radiologisella laitteella tarkoitetaan röntgentoiminnassa, isotooppitoiminnassa tai sädehoidossa käytettävää laitetta apulaitteineen, varusteineen ja välineineen (STM 2000). Taulukossa 1 on esitettynä Euroopan komission suositukset lannerangan röntgentutkimuksessa käytetylle laitetekniikalle. Näissä suosituksissa mainitaan filmi-vahvistuslevyt, mutta käytännössä niitä voidaan soveltaa myös digitaaliseen kuvantamiseen.

TAULUKKO 1. EU-suositukset lannerangan röntgentutkimuksessa käytettävästä laitetekniikasta. (Euroopan komissio 1996, 10–11, 23–24).

	AP	LAT
Teline	Hilalla varustettu teline	Hilalla varustettu teline
Fokus	≤ 1.3 mm	≤ 1.3 mm
Suodatus	≥ 3.0 mm Al	≥ 3.0 mm Al
Hila	$r = 10; 40/\text{cm}$	$r = 10; 40/\text{cm}$
Herkkyys	400 filmi-vahvistuslevylle	400 filmi-vahvistuslevylle
FFD	115 (100–150) cm	115 (100–150) cm
Valotusautomaatti	keskikammio	keskikammio
Kuvausjännite	75–90 kV	80–95 kV
Valotusaika	< 400 ms	< 1000 ms
Sädesuoja	miehelle gonadisuoja	miehelle gonadisuoja

Lannerangan röntgentutkimuksessa käytetään hilaa. Hilan tehtävänä on minimoida sekundaarisäteilyn pääsy kuvailmaisimelle. Hilasuhteen (r) kasvaessa hilan kyky absorboida sekundaarisäteilyä myös kasvaa. Hilan käyttö kuitenkin kohottaa potilaan säteilyannosta, koska säteilyn määrää on hilan vuoksi nostettava. Suodatuksen avulla poistetaan matalaenerginen säteily, jolla ei kuvanmuodostuksessa ole merkitystä. Samalla myös vähennetään potilaaseen absorboitunutta annosta eli energiamäärää,

jonka säteily jättää potilaaseen massayksikköä kohden. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 47, 145–149; Jurvelin 2005, 40–42.)

Kuvan tarkkuuteen vaikuttaa etäisyys röntgenputken ja detektorin välillä (FFD), etäisyys potilaan ja detektorin välillä, fokuskoko ja potilaan liike. Tarkin kuva saadaan kohtalaisella kuvausetäisyydellä (100–150 cm), mahdollisimman pienellä fokuksella ja asettelemalla potilas mahdollisimman lähelle detektoria. Miehillä käytetään gonadisuoja sairaalan käytännön mukaisesti. Naisilla käytetään rintojen sädesuojia mahdollisuuksien mukaan. (Kettunen 2003, 14; Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 47, 145–149.)

2.3 Säteilyannoksien seuranta ja määrittäminen lannerangan röntgentutkimuksessa

Säteilyannos ilmaistaan vertailutasoina. Vertailutasolla tarkoitetaan sellaista säteilyannostasoa tai muuta säteilyaltistusta kuvaavaa suureen tasoa, jonka ei keskimääräisesti pitäisi ylittyä hyvän käytännön mukaisessa toiminnassa normaalikokoisilla potilailla. Vertailutasot ilmoitetaan etukäteen asetettuina arvoina, joita verrataan potilasmittausten tulosten keskiarvoihin. Suomessa vertailutasojen asettaminen on Säteilyturvakeskuksen tehtävä. (Euroopan komissio 1996; STUK 2004; Säteilyasetus 2000, STUK 2011)

Röntgentutkimuksessa potilaan saamat säteilyannokset voidaan kuvata pinta-annoksen (ESD, entrance surface dose) sekä annoksen ja pinta-alan tulon (DAP, dose area product) avulla. Pinta-annoksella (ESD) tarkoitetaan ilmaan absorboitunutta annosta säteilykeilan keskiakselin ja potilaan etupinnan leikkauspisteessä ja se sisältää myös potilaasta tähän pisteeseen siroaavan säteilyn. Pinta-annos mitataan yleensä mGy:nä. Annoksen ja pinta-ala tulo (DAP) on ilmakerman ja säteilykentän pinta-alan tulo potilaan tulopinnan edessä ja se ei sisällä sironnutta säteilyä. Annoksen ja pinta-ala tulon yksikkö on $\text{Gy} \times \text{cm}^2$. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 121)

Potilaan pinta-annos voidaan laskea röntgenputken säteilytuoton perusteella. Laskentaa varten on tiedettävä fokus-ihoetäisyys FSD (cm), kuvausjännite U (kV), sähkömäärä Q (mAs), kokonaissuodatus (perus- ja lisäsuodatus, mm Al tai mm Al + mm Cu), röntgenputken säteilytuotto Y (mGy/mAs) 100 cm:n etäisyydellä fokuksesta.

Sähkömäärä voidaan myös laskea kun tiedetään kuvausaika ja kuvausvirta. Potilastutkimusten yhteydessä laskennassa tarvittavat tiedot on tallennettava lomakkeeseen. (STUK 2004, 7; Toivonen, Komppa & Wirtanen 2001, 39.)

Pinta-annos (ESD) lasketaan kaavalla:

$$ESD = Y(U, F) \times (FDD/FSD)^2 \times Q \times BSF, \text{ missä}$$

- $Y(U, F)$ on röntgenputken säteilytuotto (mGy/mAs) eli ilmaan absorboitunut annos jaettuna sähkömäärällä, mitatulla etäisyydellä FDD (cm) fokuksesta, potilastutkimuksessa käytetyllä kuvausjännitteellä U ja kokonaissuodatuksella F,
- FDD on etäisyys (cm) fokuksesta detektorille
- FSD on etäisyys (cm) röntgenputken fokuksesta potilaan iholle säteilykeilan keskellä,
- Q on potilastutkimuksessa käytetty sähkömäärä (mAs)
- BSF on takaisinsirontakerroin. (STUK 2004, 9.)

Pinta-annos voidaan laskea myös annoksen ja pinta-alan tulosta (DAP), kun tunnetaan säteilykeilan poikkileikkauksen pinta-ala A (cm²) potilaan ihon tasolla säteilyn tulosuunnassa. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) mitataan röntgenputken kaihtimiin kiinnitetyllä ionisaatiokammilla, jossa kammion säteilyherkän osan pinta-ala on suurempi kuin säteilykeilan poikkileikkauspinta-ala. Pinta-annos (ESD) lasketaan kaavalla:

$$ESD = (DAP / A) \times BSF, \text{ missä BSF on takaisinsirontakerroin.}$$

Säteilykeilan pinta-ala voidaan mitata joko kuvaustilanteessa potilaan ihon tasolta tai tukipinnalta (thoraxteline tai buckypöytä) tai katsoa kuvauksen jälkeen filmiltä tai kuvamonitorilta. (STUK 2004, 9.)

Taulukossa 2 on lannerangan röntgentutkimuksen vertailutasot pinta-annoksena Suomessa ja EU:ssa. Taulukossa 3 on vertailutasot annoksen ja pinta-alan tulona Suomessa ja Pohjoismaissa. Suomen vertailutasot ovat vuodelta 2011 ja EU:n ja pohjoismaiden vuodelta 1996.

TAULUKKO 2. Pinta-annos projektioitain (ESD), mGy (Euroopan komissio 1999, 16, 18; STUK 2011)

Kuvausprojektiio	Suomi (v. 2011)	EUR99 (v. 1999)
Lanneranka AP	5	10
Lanneranka LAT	15	30

TAULUKKO 3. Annoksen ja pinta-alan tulo (DAP) koko tutkimus, Gy×cm² (STUK 2011, Nordic Co-operation, 1996.)

Kuvausprojektiio	Suomi (v. 2011)	Nordic96 (v. 1996)
Lanneranka AP+LAT	6	10

Kun edellä oli esitetty, ESD ja DAP kuvaavat potilaaseen kohdistuvan säteilyn määrää tai säteilyaltistusta potilaan pinnalla. Säteilyn tunkeutuminen syvemmällä kehossa oleviin kudoksiin ja elimistölle aiheuttamaa haittaa on vaikea mitata. Jotta voidaan kuvata elimistölle säteilystä aiheuttamaa haittaa, käytetään efektiivistä annosta. Efektiivisellä annoksella tarkoitetaan kudosten ekvivalenttiannosten ja kudosten painotuskertoimien tulojen summaa. Sen yksikkö on sievert (Sv). Efektiivisen annoksen laskemisessa tarvitaan kudosten painotuskertoimia siksi, että eri elimet ja kudokset reagoivat säteilyyn eri tavalla. Kudosten painotuskertoimet kuvaavat kunkin kudoksen syöpäherkkyyttä. Efektiivinen annos ei kerro tarkasti röntgentutkimuksista aiheutuvaa säteilyhaittaa yksilötasolla, vaan arvio on tarkoitettu keskimääräiselle väestölle. Efektiivisen annoksen laskentamenetelmät perustuvat pääosin Monte-Carlo -menetelmään, jonka avulla voidaan arvioida elinten annokset erilaisissa säteilytilanteissa. (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen 2004, 125–129.)

2.4 Aikaisemmat tutkimukset

EU-maissa ja muualla maailmassa mitataan ja tutkitaan jatkuvasti potilaiden röntgentutkimuksista saamia säteilyannoksia. Tuloksia käytetään röntgentutkimuksista koituvan väestöannoksen laskemista varten. Seuraavissa kappaleissa on esitetty kaksi viime vuosina tehtyä tutkimusta.

Vuosina 2005–2006 mitattiin potilaiden keuhkojen, lannerangan, natiivivatsan, lantion ja kallon röntgentutkimuksista saamia säteilyannoksia 12:ssa Afrikan, Aasian ja Itä-Euroopan maassa. Mittaukset tehtiin 45 sairaalassa. Tutkimuksessa arvioitiin myös saatujen kuvien laatua. Projekti toteutettiin kahdessa vaiheessa. Mittaukset tehtiin ennen optimointia ja sen jälkeen. Raportissa esitettiin ESD:n keskiarvot tutkimuksittain eri maissa ennen optimointia ja sen jälkeen. Niiden ero esitettiin prosentteina. (Muhogora ym. 2008, 1453–1461.) Tutkimuksessa seurattiin myös saatujen kuvien laatua. Kuvat jaettiin kolmeen luokkaan. A-luokkaan kuuluivat kuvat, joiden laatu oli hyvä. B-

luokkaan kuuluivat kuvat, joiden laadusta radiologit tekivät huomautuksia. Kuvat, jotka täytyi kuvata uudelleen, kuuluivat C-luokkaan. Taulukossa 4 on esitetty muutos kuvien laadussa ennen optimointia ja sen jälkeen prosentteina.

TAULUKKO 4. Kuvien laatu ennen optimointia ja sen jälkeen alueittain. (Muhogora ym. 2008, 1456.)

Alue	Kuvien laatu			
	Ennen optimointia		Optimoinnin jälkeen	
	A-luokka, %	B- ja C-luokat, %	A-luokka, %	B- ja C-luokat, %
Afriikka	76	24	82	18
Aasia	55	45	65	35
Itä-Eurooppa	81	19	88	12

Taulukossa 5 on eri maissa lannerangan röntgentutkimuksissa saadut pinta-annokset (ESD) projektioittain ennen optimointia ja sen jälkeen ja niiden ero prosentteina. Thaimaan kohdalla optimoinnin jälkeen lannerangan röntgentutkimuksissa saaduista pinta-annoksista ei ollut tietoja.

TAULUKKO 5. Lannerangan röntgentutkimuksissa saadut pinta-annokset projektioittain. (Muhogora ym. 2008, 1459.)

Maat	ESD, mGy				ESD:n lasku, %	
	Ennen optimointia		Optimoinnin jälkeen			
	AP	LAT	AP	LAT	AP	LAT
Madagaskar	3,92	6,61	3,25	6,52	17	1
Thaimaa	5,19	12,62	-	-	-	-
Serbia ja Montenegro Bosnia ja Hertsegovina	10,05	14,72	5,08	8,92	49	39
	3,7	7,95	3,58	8,19	7	– 6

Vuonna 2006 Italiassa tehdyssä tutkimuksessa verrattiin keskenään CR (Computed Radiography) eli kuvalevyjärjestelmää ja DR (Direct Radiography) eli suoradigitaalista

kuvausjärjestelmiä käyttäen ESD:tä ja efektiivisiä annoksia. Tutkimuksessa arvioitiin myös kuvien laatua. Tutkimuksessa mitattiin säteilyannoksia keuhkojen (PA- ja LAT-projektio), lannerangan (PA- ja LAT-projektio), lantion (PA-projektio) ja kallon (PA- ja LAT-projektio) röntgentutkimuksissa. Tutkimuksessa käytetty laitetekniikka vastasi EU:n komission antamia suosituksia. Raportissa esitettiin efektiivisten annosten keskiarvot tutkimuksittain ja ESD:n keskiarvot projektioittain, niitä myös verrattiin Italian vertailutasoihin. CR-järjestelmän käyttäessä ESD:n keskiarvo lannerangan AP-projektiossa oli 2,57 mGy:tä ja LAT-projektiossa 5,41 mGy:tä, efektiivisen annoksen keskiarvo oli 0,48 mSv:ä. DR-järjestelmän käyttäessä ESD:n keskiarvo lannerangan AP-projektiossa oli 1,12 mGy:tä ja LAT-projektiossa 1,95 mGy:tä. Kokotutkimuksesta saadun efektiivisen annoksen keskiarvo oli 0,18 mSv:ä. (Compagnone ym. 2008, 135–137.) Taulukossa 6 esitetään yhteenveto lannerangan tutkimusta koskevista tuloksista ja niiden vertailu EU:n komission suosituksiin ja Italian vertailutasoihin (National Diagnostic Reference Level).

TAULUKKO 6. Yhteenveto lannerangan röntgentutkimuksessa käytetystä laitetekniikasta ja säteilyannoksista ja niiden vertailu EU:n komission suosituksiin ja Italian NDRL:n. (Compagnone ym. 2008, 135–137.)

	CR		DR		Suositukset
	AP	LAT	AP	LAT	
Kuvausjännite, kV	80	90	81	90	AP 75-90kV LAT 80-95kV (Euroopan komissio 1996)
Koko suodatus, mm Al	4,4	4,4	3,1	3,1	AP $\geq 3,0$ LAT $\geq 3,0$ (Euroopan komissio 1996)
ESD, mGy	2,57	5,41	1,12	1,95	AP 10 mGy LAT 30 mGy (Italian NDRL)
Efektiivinen annos, mSv	0,48		0,18		

3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS, TAVOITE JA TEHTÄVÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on antaa tietoa lannerangan röntgentutkimuksessa käytetystä radiologisesta laitetekniikasta ja potilaiden saamista säteilyannoksista.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata potilaiden lannerangan röntgentutkimuksesta saamia säteilyannoksia sekä selvittää, miten lannerangan röntgentutkimukselle asetetut vertailutasot toteutuvat.

Opinnäytetyön tehtävänä on vastata seuraaviin kysymyksiin:

- Minkälaista radiologista laitetekniikkaa käytetään lannerangan röntgentutkimuksessa?
- Minkä suuruisia säteilyannoksia potilaat saavat lannerangan röntgentutkimuksessa?
- Miten lannerangan röntgentutkimukselle annetut vertailutasot toteutuvat?

4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN

4.1 Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä

Kvantitatiivisella eli määrällisellä tutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, jossa käsitellään mittauksen tuloksena saatua aineistoa tilastollisin menetelmin. Sen lähtökohtana on tutkimusongelma, johon haetaan ratkaisua tai vastausta. Kvantitatiivisen tutkimuksen ideana on saada pieneltä edustavalta joukolta tietoja ja niiden perusteella vetää yleistävät johtopäätökset. Siksi kvantitatiivinen tutkimus edellyttää tutkittavan ilmiön tuntemusta. Toisin sanoen tutkijan on tiedettävä, mitkä tekijät vaikuttavat tutkittavaan ilmiöön. Sitä tekijää, josta halutaan saada tietoja, sanotaan muuttujaksi. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa saadaan yleinen kuvan muuttujien välisistä suhteista ja eroista. (Jokivuori, Hietala 2007, 20–26; Kananen 2008, 10–11; Kananen 2011, 12–22; Vilka 2007, 13–17, 36–37.)

Tietojen keruu on kvantitatiivisen tutkimuksen tärkein osa. Tutkimusmuodosta (haastattelu, havainnointi, kysely) riippumatta tietojen keruu tapahtuu lomakkeiden avulla. Lomakkeiden laatiminen vaatii tutkijalta teorian tuntemusta, tarkkuutta ja huolellisuutta. Lomakkeen tulee sisältää kaikki tutkimuksessa tarvittavat tiedot, samalla lomakkeen on oltava selkeä ja rakenteen loogista. Kvantitatiivinen tutkimus on onnistunut, jos sen avulla saadaan luotettavia vastauksia tutkimuskysymyksiin. (Heikkilä 2008, 26–29; Vilka 2007, 19, 85–87; Kananen 2008, 79–85.)

Kvantitatiiviselle tutkimukselle on asetettu hyvän tutkimuksen perusvaatimukset, kuten muun muassa validiteetti, reliabiliteetti sekä objektivisuus. Validiteetilla eli tutkimuksen pätevyydellä tarkoitetaan tutkimusmenetelmän kykyä selvittää sitä, mitä sillä on tarkoitus selvittää ja systemaattisen virheen puuttumista. Se saavutetaan huolellisella suunnittelulla ja tarkoin harkitulla tiedonkeruulla. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tulosten tarkkuutta. Tutkijan on oltava tarkka koko tutkimuksen ajan, koska virheitä voi sattua tietojen kerätessä, syötettäessä, käsiteltäessä ja myös tuloksien tulkinnan aikana. Tutkijan on oltava myös rehellinen ja objektiivinen. Tutkimuksen tulokset eivät saa riippua tutkijasta ja niiden tahallinen vääristely on ehdottomasti sopimatonta. Tutkija on vastuussa myös siitä, ettei tutkimukseen osallistuvien yksityisyyttä vaaranneta. (Heikkilä 2008, 29–32; Vilka 2007, 16, 90–91, 100; Kananen 2008, 79–85.)

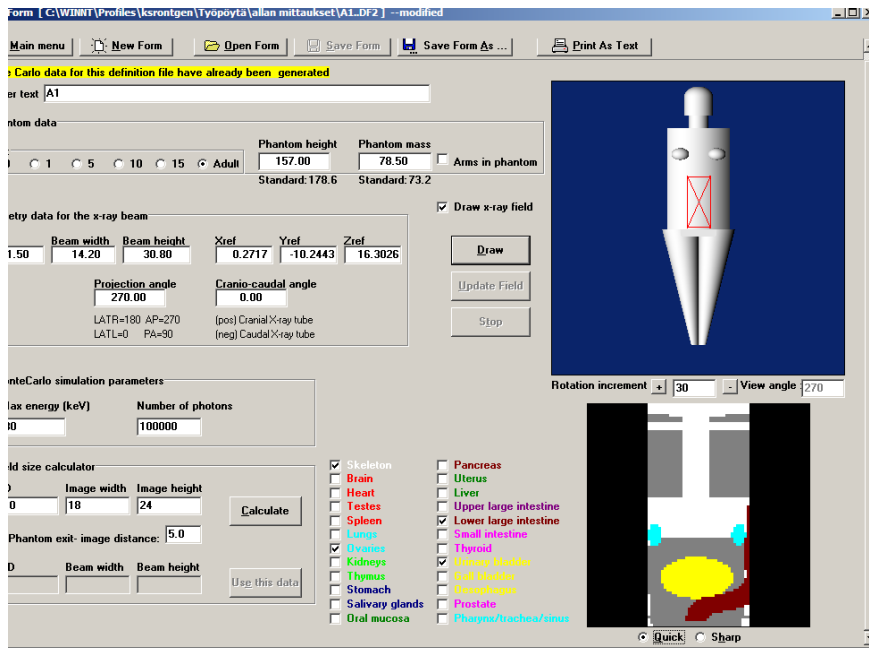
Tämän opinnäytetyön tavoitteena on antaa tietoa lannerangan röntgentutkimuksessa potilaiden saamista säteilyannoksista. Absorboitunutta annosta voidaan mitata mittalaitteella ja kuvailla numeerisesti ja sen vuoksi kvantitatiivista tutkimusta pidettiin sopivina tutkimusmenetelmänä tähän opinnäytetyöhön.

4.2 Opinnäytetyöaineiston keruu ja analysointi

Opinnäytetyön aineiston keruu toteutettiin Keski-Suomen sairaanhoitopiirin erään yksikön natiivitutkimushuoneessa 2, johon on keskitetty suurin osa yksikössä tehtävistä lannerangan tutkimuksista. Säteilyannosten määrittämistä varten tarvittavia tietoja kerättiin sen jälkeen, kun opinnäytetyönsuunnitelma oli hyväksytty ja tutkimuslupa oli myönnetty. Aineistoa kerättiin kesän 2011 aikana.

Aineiston keräämistä varten käytettiin laite- ja potilaskohtaisia tietojenkeruulomakkeita. (Liite 1). Lomakkeiden pohjana käytettiin STUKin julkaisemaa esimerkkilomaketta pinta-annoksen laskennalliseen arviointiin (STUK 2004, 26). Tutkimukseen otettiin mukaan 20 aikuista potilasta, joiden paino oli 55–85 kg:n välissä. Lannerangan röntgenkuvaukset suorettiin Keski-Suomen sairaanhoitopiirin kuvausohjeiden mukaisesti eli otettiin AP- ja LAT-projektiot potilaan ollessa seisten ja kuvausetäisyys ollessa 120 cm:iä. Röntgenkuvauksessa käytettiin valotusautomaattia, kuvausjännitteet olivat AP-projektiossa 77 kV:a ja LAT-projektiossa 85 kV:a.

Kerätty aineisto tallennettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmaa apuna käyttäen. Elinkohtaisia ja efektiivisiä annoksia laskettiin hyödyntäen annoslaskentaohjelmaa PCXMC:tä (A PC-based Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations). (Kuvat 1 ja 2.) Kerätty aineisto analysoitiin tilastolaskentaohjelma Tixelin versiolla 8.32. Analyysin tulokset esitettiin laatikkokuvion avulla. Laatikkokuviossa laatikko on neljännespisteiden välinen osa eli siihen väliin sijoittuu 50 % havainnoista. Kummassakin päässä oleva "viiksi" ulottuu pienimpään ja suurimpaan havaintoon. Opinnäytetyössä analysoidut säteilyannokset (ESD, elinkohtaiset ja efektiiviset annokset) esitettiin keskimääräisinä arvoina sekä annosten vaihteluväleinä kuvio- ja taulukkomuodossa.



Kuva 1. Potilaskohtaisten tietojen kirjoittaminen simulointia ja säteilyannoksien laskentaa varten

PCXMC - Dose Calculation

File Run

Main menu | Change X-ray Spectrum | Open MC data for dose calculation | Print | Save As ...

X-ray tube potential: 77 kV | Filtration: 2.9 mm Al + 0.1 mm Cu

Anode angle: 12 deg

File: C:\WINNT\Profiles\ksrontgen\Työpyöytä\alan mittaukset\A1_en2

A1 Phantom: Adult, Arms included. Simulation: Photons/Energy level: 100000 Maximum energy: 80 keV

Projection angle (LATL=0, PA=90, LATR=180, AP=270): 270.000 Obl. angle: 0.000

Field width: 14.20 cm and height: 30.80 cm FSD: 91.500 cm Ref.point (x,y,z[cm]): (0.272, -10.244, 16.303)

Phantom height: 157.000 cm and mass: 78.500 kg Scaling factors: sx=sy: 1.105 and sz: 0.879

Incident air kerma: 2.030 mGy Tube voltage: 77 kV Filter: 2.9 mm Al + 0.1 mm Cu

Organs	Dose (mGy)	Error (%)	Organs	Dose (mGy)	Error (%)
Active bone marrow	0.049433	0.6	(Scapulae)	0.003313	9.4
Adrenals	0.075466	7.1	(Clavicles)	0.001206	25.1
Brain	0.000013	47.8	(Ribs)	0.123225	1.1
Breasts	0.007828	4.6	(Upper arm bones)	0.001398	10.0
Colon (Large intestine)	0.448039	0.7	(Middle arm bones)	0.009790	4.0
(Upper large intestine)	0.547385	0.9	(Lower arm bones)	0.023766	3.3
(Lower large intestine)	0.316626	1.2	(Pelvis)	0.243832	0.9
Extrathoracic airways	0.000000	NA	(Upper leg bones)	0.072576	1.5
Gall bladder	0.923297	1.4	(Middle leg bones)	0.004046	5.3
Heart	0.026880	2.7	(Lower leg bones)	0.000118	27.2
Kidneys	0.104330	1.7	Skin	0.106711	0.4
Liver	0.176393	0.6	Small intestine	0.635358	0.5
Lungs	0.012843	2.3	Spleen	0.049081	3.1
Lymph nodes	0.316579	0.5	Stomach	0.407448	1.1
Muscle	0.167274	0.1	Testicles	0.250562	2.3
Oesophagus	0.033397	6.1	Thymus	0.001871	21.8
Oral mucosa	0.000157	99.0	Thyroid	0.000142	92.7
Ovaries	0.459126	4.1	Urinary bladder	1.459723	1.0
Pancreas	0.264444	1.7	Uterus	0.835717	1.4
Prostate	0.906089	1.8			
Salivary glands	0.000205	58.1	Average dose in total body	0.153620	0.1
Skeleton	0.057080	0.5	Effective dose ICRP60 (mSv)	0.275237	0.8
(Skull)	0.000148	22.8	Effective dose ICRP103 (mSv)	0.239598	0.5
(Upper Spine)	0.000390	25.7			
(Middle Spine)	0.044359	2.2			
(Lower Spine)	0.351791	1.5	Abs. energy fraction (%)	73.307195	

Kuva 2 . PCXMC -ohjelmalla lasketut elinkohtaiset ja efektiiviset annokset

5 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET

5.1 Lannerangan röntgentutkimuksessa käytetty radiologinen laitetekniikka

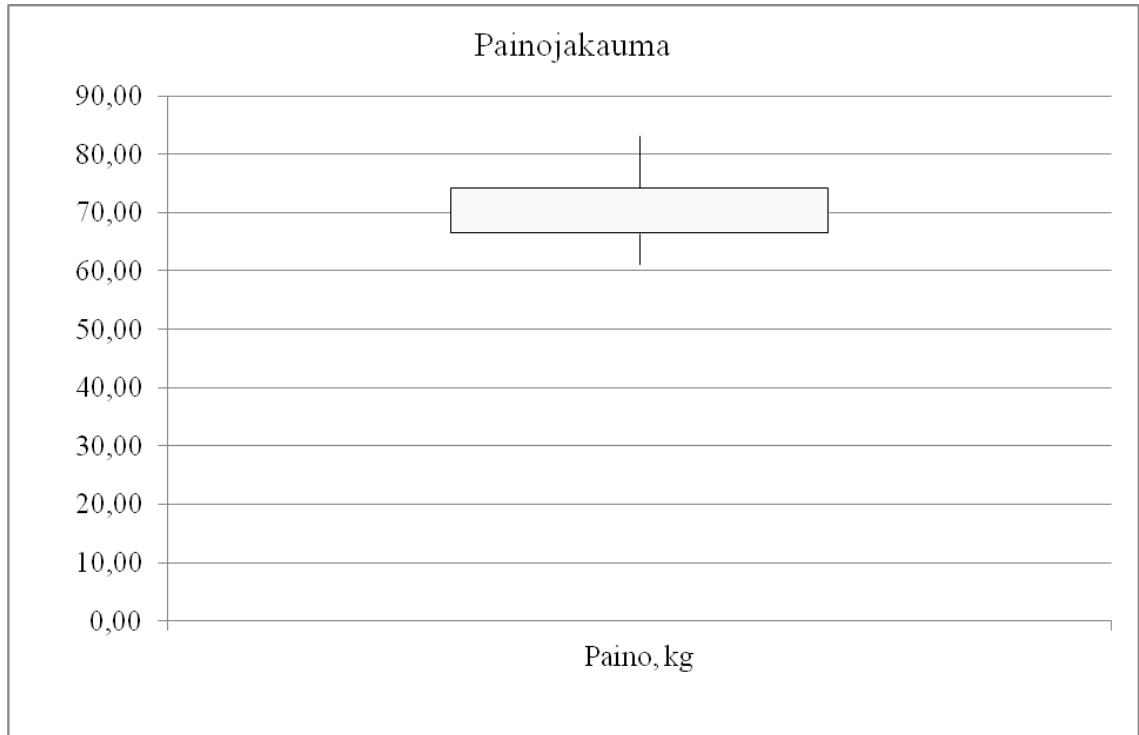
Tutkimus tehtiin Siemens OPTILIX 150/30/50HC suoradigitaalisella laitteella, joka on otettu käyttöön vuonna 2007. Taulukossa 7 on esitetty lannerangan röntgentutkimuksessa käytetty laitetekniikka.

TAULUKKO 7. Lannerangan röntgentutkimuksessa käytetty laitetekniikka

Laitteen tyyppi	Siemens OPTILIX 150/30/50HC	
Projektiot	AP	LAT
Hilan suhde / Lamellien määrä	r=15 / 80 l/cm	r=15 / 80 l/ cm
Suodatus kiinteä/lisää	2,9 mm Al +0,1mm Cu	2,9 mm Al +0,1mm Cu
Fokus, mm	1 mm	1 mm
Anodin lautasen kulma	12°	12°
Säteilytuotto	0,0267 mGy/mAs	0,0359 mGy/mAs
Kuvausjännite	77 kV	85 kV
Fokus-tukipinta etäisyys,	119 cm	119 cm
Fokus-detektori etäisyys	120 cm	120 cm
Digitaalisen järjestelmän herkkyys	400	400
Valotusautomaatti, keskikammio	kyllä	kyllä
Sädesuojat miehelle gonadisuojat naisille rintasuojat	kahdelle viidelle	kahdelle viidelle

5.2 Tutkimuksen taustatiedot

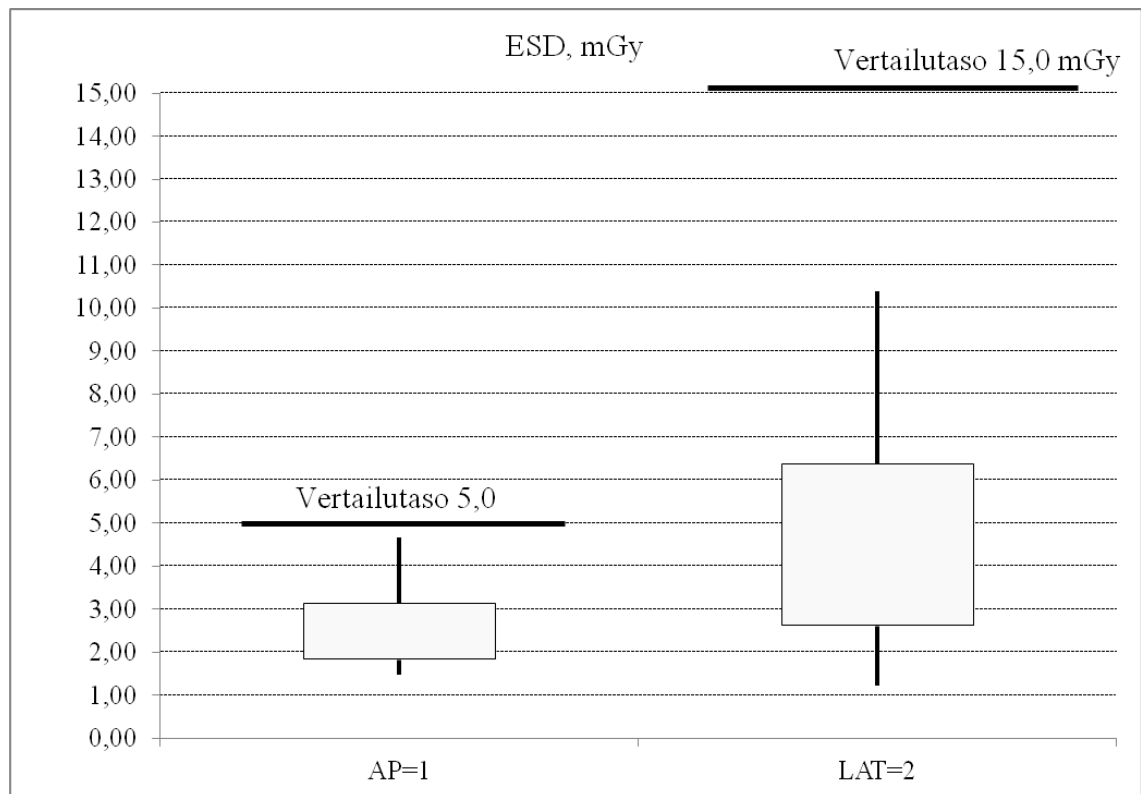
Tutkimukseen osallistui 20 henkilöä, joista kuusi oli miestä ja neljätoista naista. Osallistujat valittiin STUKin suosituksien mukaan. Kuviossa 1 on esitetty potilaiden painojakauma. Jakauman mukaan potilaan paino oli keskimäärin 70 kg:a vaihteluvälin ollessa 61,00–83,00 kg:a. (Liite 2, Taulukko 1)



KUVIO 1. Potilaiden painojakauma lannerangan röntgentutkimuksessa

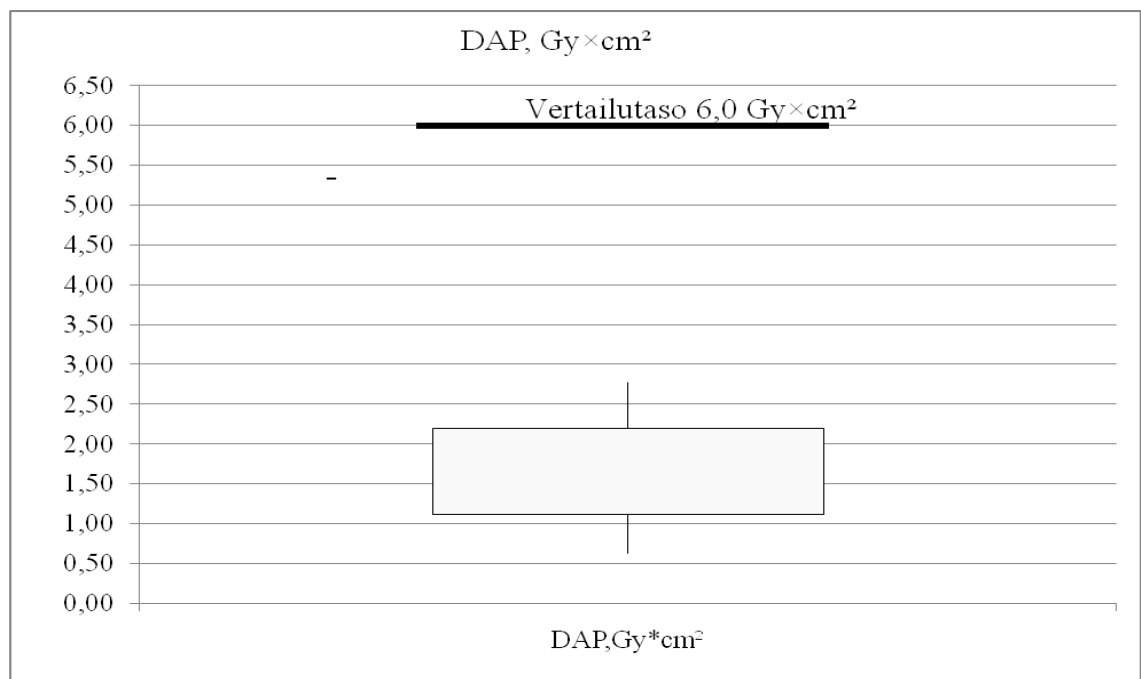
5.3 Potilaiden saamat säteilyannokset ja vertailutasojen toteutuminen lannerangan röntgentutkimuksessa

AP- projektiossa potilaan saama pinta-annos oli keskimäärin 2,43 mGy:tä vaihteluvälin ollessa 1,47–4,67 mGy:tä. Vertailutaso on 5,0 mGy:tä (Kuvio 2; Liite 2, Taulukko 2)
 LAT- projektiossa potilaan saama pinta-annos oli keskimäärin 3,25 mGy:tä, vaihteluvälin ollessa 1,23–10,39 mGy:tä. Vertailutaso on 15,0 mGy:tä (Kuvio 2; Liite 2, Taulukko2)



KUVIO 2. Potilaan saamat pinta-annokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektiioittain

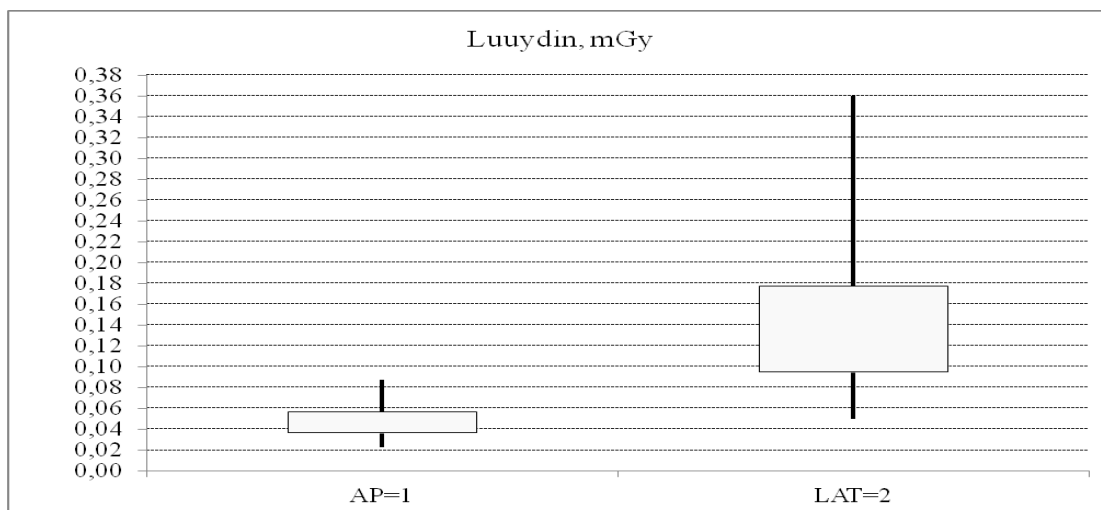
Koko tutkimuksen aikana potilaan saama annoksen ja pinta-alan tulo ($\text{Gy} \times \text{cm}^2$) oli keskimäärin $1,29 \text{ Gy} \times \text{cm}^2$:iä vaihteluvälin olleessa $0,63\text{--}2,77 \text{ Gy} \times \text{cm}^2$:iä (Kuvio 3; Liite 2, Taulukko 3). Vertailutaso on $6,0 \text{ Gy} \times \text{cm}^2$:iä.



KUVIO 3. Potilaan lannerangan röntgentutkimuksessa (AP+LAT) saaman annoksen ja pinta-alan tulo ($\text{Gy} \times \text{cm}^2$)

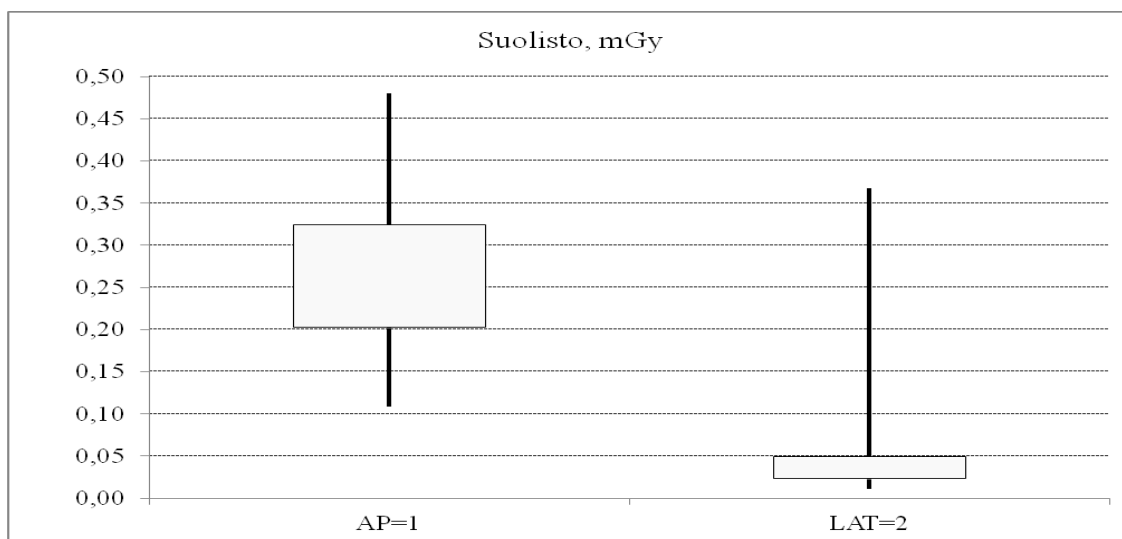
5.4 Potilaan saamat elinkohtaiset ja efektiiviset säteilyannokset lannerangan röntgentutkimuksessa

AP- projektiossa luuydinkohtainen säteilyannos oli keskimäärin 0,04 mGy:tä, vaihteluvälin ollessa 0,02-0,09 mGy:tä. LAT- projektiossa luuydinkohtainen säteilyannos oli keskimäärin 0,12 mGy:tä vaihteluvälin ollessa 0,08- 0,18 mGy:tä. (Kuvio 4; Liite 2, Taulukko 4)



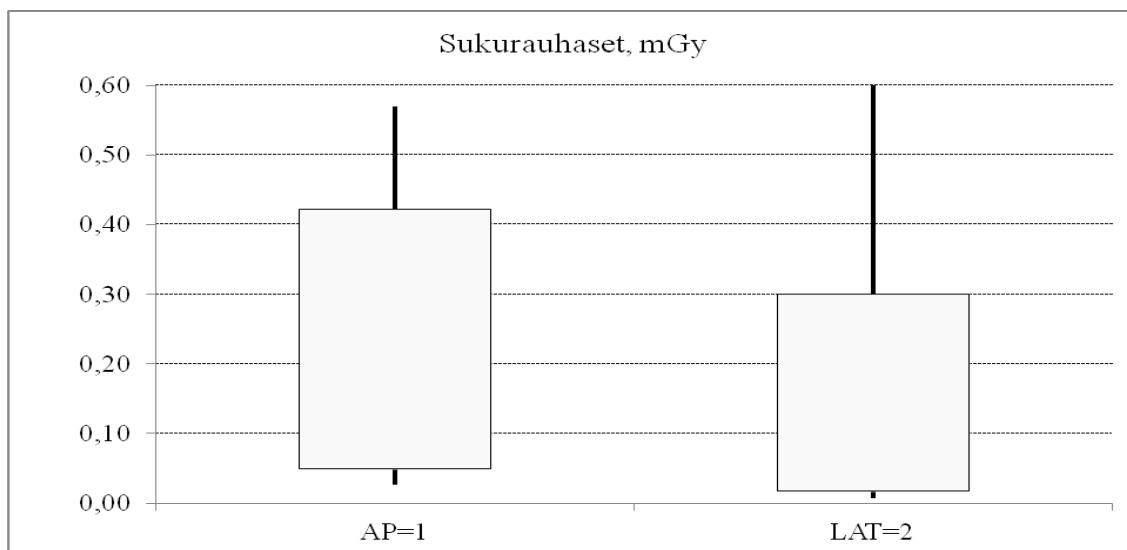
KUVIO 4. Potilaan saamat luuydinkohtaiset säteilyannokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektioittain

AP- projektiossa suolistokohtainen säteilyannos oli keskimäärin 0,26 mGy:tä vaihteluvälin ollessa 0,11–0,48 mGy:tä. LAT- projektiossa suolistokohtainen säteilyannos oli keskimäärin 0,03 mGy:tä vaihteluvälin ollessa 0,01- 0,37 mGy:tä. (Kuvio 5; Liite 2, Taulukko 5)



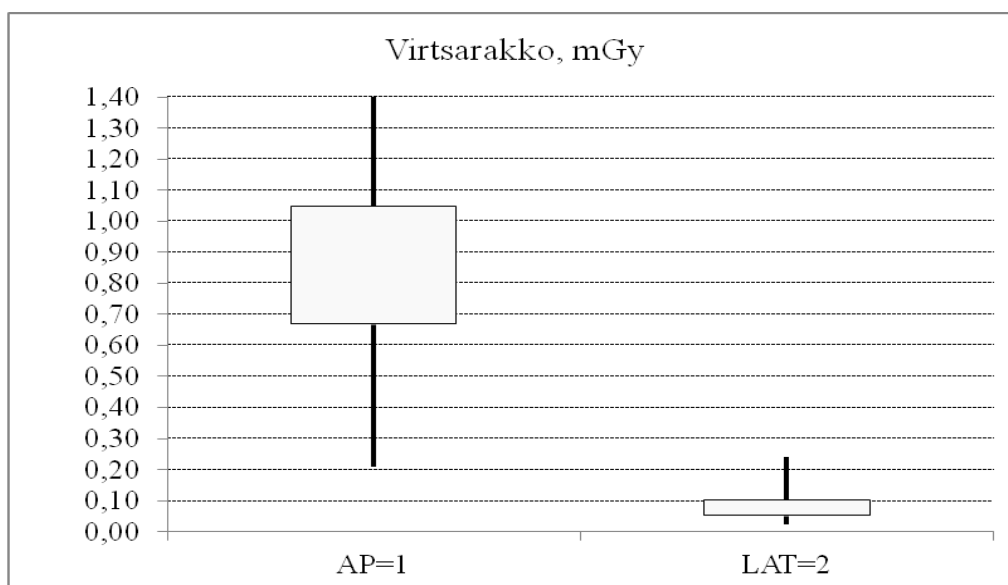
KUVIO 5. Potilaan saamat suolistokohtaiset säteilyannokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektioittain

AP- projektiossa sukurauhaskohtainen säteilyannos oli keskimäärin 0,29 mGy:tä vaihteluvälin ollessa 0,03–0,57 mGy:tä. LAT- projektiossa sukurauhaskohtainen säteilyannos oli keskimäärin 0,14 mGy:tä vaihteluvälin ollessa 0,01- 0,63 mGy:tä. (Kuvio 6; Liite 2, Taulukko 6)



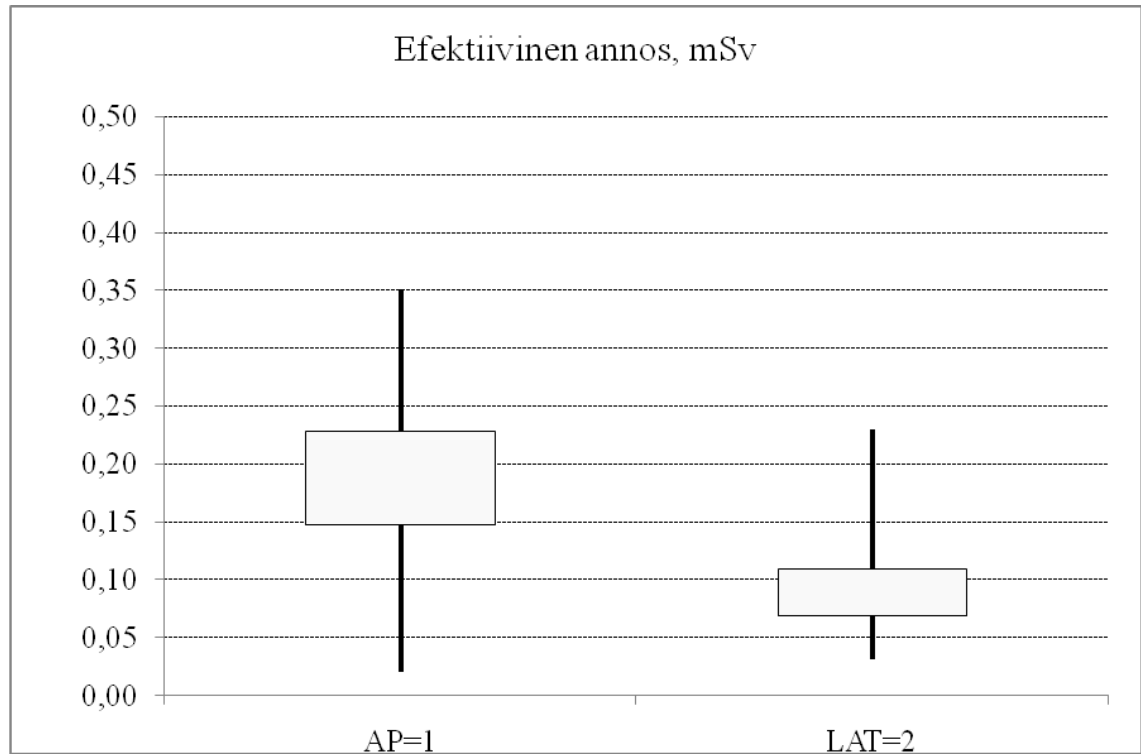
KUVIO 6. Potilaan saamat sukurauhaskohtaiset säteilyannokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektiointain

AP- projektiossa virtsarakkokohtainen säteilyannos oli keskimäärin 0,85 mGy:tä vaihteluvälin ollessa 0,21–1,46 mGy:tä. LAT- projektiossa virtsarakkokohtainen säteilyannos oli keskimäärin 0,07 mGy:tä vaihteluvälin ollessa 0,06- 0,24 mGy:tä. (Kuvio 7; Liite 2, Taulukko 7)



KUVIO 7. Potilaan saamat virtsarakkokohtaiset säteilyannokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektiointain

AP- projektiossa efektiivinen annos oli keskimäärin 0,17 mSv:iä vaihteluvälin ollessa 0,02–0,35 mSv:iä. LAT- projektiossa efektiivinen annos oli keskimäärin mSv:iä vaihteluvälin ollessa 0,03- 0,23 mSv:iä. (Kuvio 8; Liite 2, Taulukko 8).



KUVIO 8. Potilaan saamat efektiiviset annokset lannerangan röntgentutkimuksessa projektiotittain

6 POHDINTA

6.1 Opinnäytetyön tulosten tarkastelu

Tämän opinnäytetyön tehtävänä oli selvittää, minkälaista radiologista laitetekniikkaa käytetään lannerangan röntgentutkimuksessa ja minkä suuruisia säteilyannoksia potilaat saavat lannerangan röntgentutkimuksessa. Tutkimuksessa saatuja tietoja vertailtiin EU:n komission laitetekniikalle antamiin suosituksiin ja STUKin antamiin vertailutasoihin, sekä aikaisempien tutkimuksien tuloksiin.

Taulukoista 1 ja 7 ilmenee, että Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eräessä yksikössä lannerangan tutkimuksessa käytetyn laitetekniikan parametrit ovat vastanneet EU:n komission antamia suosituksia, vain hilasuhde ja lamellien määrä poikkesivat suosituksesta. Euroopan komission laitetekniikalle antamien suositusten mukaan hilasuhteen r on oltava 10 ja lamellien määrän on oltava 40 l/cm. Keski-Suomen sairaanhoitopiirin erään yksikön natiivitutkimushuoneessa 2 käytetyn liikkuvan hilan hilasuhde oli 15 ja lamellien määrä 80 l/cm. Kuvauslaitteen kokonaissuodatus 2,9 mm Al + 0,1 mm Cu oli suositusten mukainen, STUKin radiologisille laitteille määrittelemän kokonaissuodatuksen ($\geq 2,5$ mm Al) rajoissa. (STUK. 2006.) Tässä tutkimuksessa käytettiin pienempää kuvausjännitettä kuin mitä Compagnone ym. käytti tutkimuksessaan (2008) DR- järjestelmällä. Natiivitutkimushuoneessa 2 AP-projektiossa käytettiin 77 kV:a kuvausjännitteenä ja LAT-projektiossa kuvausjännite oli 85 kV:a. Compagnonen ym. tutkimuksessa kuvausjännitteet olivat AP-projektiossa 81 kV:a ja LAT-projektiossa 90 kV:a. Muhogoran ym. tutkimuksessa ei ole mainintaa käytetystä radiologisesta laitetekniikasta.

Tässä tutkimuksessa potilaiden projektioittain saadut pinta-annokset olivat vertailutasoja huomattavasti pienemmät, mutta jonkin verran suuremmat kuin Compagnonen ym. ilmoittaa tutkimuksessaan (2008) käyttäessään DR- järjestelmää. Muhogoran ym. tutkimuksessa saadut pinta-annokset olivat huomattavasti suurempia. Tässä tutkimuksessa AP- projektiossa potilaan saama pinta-annos oli keskimäärin 2,59 mGy:tä, kun Compagnone ym. tutkimuksessa (2008) se oli 1,12 mGy:tä, Suomen vertailutason ollessa 5,0 mGy:tä. LAT- projektiossa potilaan saama pinta-annos oli keskimäärin 4,41 mGy:tä verrattuna Compagnone ym. tutkimuksessa (2008) LAT-

projektiossa saatuun 1,95 mGy:n pinta-annokseen. Suomen vertailutaso on 15 mGy:tä. Annoksen ja pinta-alan tulon keskimääräinen arvo oli myös vertailutasoa pienempi.

PCXMC -ohjelman avulla laskettiin elinkohtaisia säteilyannoksia ja efektiivisiä annoksia. Elinkohtaisille säteilyannoksille ei ole määritetty vertailutasoja eikä keskimääräistä annoksen arvoa, mutta niiden avulla voidaan laskea säteilyn aiheuttama terveydellinen kokonaishaitta eli efektiivinen annos. Täytyy mainita, että tässä työssä sukurauhasten elinkohtaisia annoksia ei ole ilmoitettu erikseen, vaan miesten ja naisten tulokset ovat esitetty yhdessä. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska tutkimuksessa osallistuvien miesten määrä oli suhteellisen pieni ja kivekset rajattiin pois kuvauskentältä. Munasarjojen anatominen sijainti on vaikea arvioida ja siksi niiden rajaaminen kuvauskentästä on melkein mahdotonta. Tässä tutkimuksessa potilaiden saadut efektiiviset annokset olivat huomattavasti alhaisempia kuin keskimääräinen efektiivinen annos. Lannerangan tutkimuksella se on 2,3 mSv:ä (STUK 2011). Compagnon ym. tutkimuksessa (2008) tutkimuksista saatujen efektiivisten annosten keskiarvo oli 0,18 mSv:ä. Tässä tutkimuksessa potilaan AP-projektiossa saama keskimääräinen efektiivinen annos oli 0,18 mSv:ä, LAT-projektiossa keskimääräinen efektiivinen annos oli 0,1 mSv:ä. Taulukossa 8 esitetään tämän tutkimuksen ja tässä työssä mainittujen tutkimusten tulosten yhteenveto.

TAULUKKO 8. Tutkimuksien tulosten yhteenveto

Tutkimus	Jännite, kV		ESD, mGy		Efektiivinen annos, mSv	
	AP	LAT	AP	LAT	AP	LAT
KSSH	77	85	2,59	4,41	0,18	0,41
Compagnone ym. (2008)	81	90	1,12	1,95	0,18	
Muhogora ym. (2008)						
Madagaskar	-	-	3,25	6,52	-	-
Serbia ja Montenegro	-	-	5,08	8,92	-	-
Bosnia ja Hertsegovina	-	-	3,58	8,19	-	-

6.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys toteutettiin noudattaen hyvän tutkimuksen kriteerejä. Tutkimuksen validiteetti toteutettiin tarkalla suunnittelulla ja teoriaa pohtimalla. Aineistoa kerätessä tehtiin kaikki teorian mukaan tarvittavat mittaukset, jotka tallennettiin tekijän laatimiin lomakkeisiin. Opinnäytetyön tekijällä ei ollut mahdollisuutta suorittaa kaikkia mittauksia itse, joten mittauksien toistettavuus varmistettiin antamalla natiivitutkimushuoneessa 2 työskenteleville röntgenhoitajille mittausta koskevat ohjeet. Ohjeissa kerrottiin mikä on tutkimuksen kohderyhmä, kiinnostusobjekti eli lannerangan röntgentutkimus (vain seisten kuvatut). Neuvottiin myös mistä hoitajat voivat löytää lomakkeeseen kuuluvat tiedot, kuten DAP-arvot ja valokentän koko tukipinnalla.

Silti mittauksissa on voinut sattua pieniä epätarkkuuksia, jotka ovat voineet vaikuttaa saatuihin tuloksiin. Esimerkiksi kun fokus-ihopinta etäisyyden mitattaessa käytettiin mittanauhaa. Virheet myös voivat tulla kun saatu aineiston syötettiin tietokoneelle, näiden virheiden välttämiseksi tiedot tarkastettiin muutaman kerran.

Opinnäytetyön eettisyys toteutui sekä aineiston keruussa että teoreettisen osuuden kirjoittamisessa. Kaikki potilaat osallistuivat tutkimuksiin vapaaehtoisesti. Ennen mittauksia heille kerrottiin tutkimuksesta, sen tarkoituksesta ja se että tutkimuksissa ei käytetä potilaiden henkilöllisyystietoja. Teoreettisessa osuudessa annettiin viitteet kaikkiin käytettyihin lähteisiin ja niistä laadittiin myös lähdeluettelo.

6.3 Oma oppimiskokemus

Opinnäytetyön aihe valittiin tammikuussa 2011. Aiheesta neuvoteltiin opettajien ja yhteistyökumppanin kanssa. Kaikkien osapuolien mielestä tämän tutkimuksen idea oli hyvä ja käytännön läheinen. Suunnitelman valmistuessa tekijälle myönnettiin tutkimuslupa 11.5.2011.

Opinnäytetyön aineiston kerättiin kesällä 2011. Aineiston keräämiseen meni enemmän aikaa mitä alussa oli arveltu. Haasteena oli sopivan potilasmateriaalin löytäminen. Tutkimuksen tehtävänä oli vertailla saadut säteilyannokset vertailutasoihin, siksi

tutkimuksessa osallistuneiden potilaiden painojen keskiarvo tuli olla mahdollisimman lähellä 70 kg:a. Lannerangan kivuista useimmiten kärsivät ylipainoiset ihmiset, ja ylipainon takia suurin osa tutkimuksiin tulevista potilaista karsittiin pois.

Saatu aineisto tallennettiin ja tarvittavat laskennat tehtiin Excel- taulukkolaskentaohjelman tavulla. Tämän jälkeen tehtiin simuloinnit ja laskettiin elinkohtaiset ja efektiiviset annokset PCXMC-ohjelmalla. Saaduista tiedoista tehtiin havaintomatriisi, jonka analysointi suoritettiin tilastolaskentaohjelman Tixel 8 avulla. Sillä myös muodostettiin tuloksia havainnollistavia kuvioita ja taulukoita. Tekijä oli tutustunut edellä mainittuihin ohjelmiin aikaisemmin Säteilyaltistuksen optimointi - kurssin yhteydessä, joten ohjelmien käyttö ei tuonut ongelmia ja ohjelmien käyttö oli mielenkiintoista.

Tekijälle tämän opinnäytetyön tekeminen oli antoisaa. Teoreettisen osuuden kirjoittaessa kerrattiin ja syvennettiin aikaisemmin opittuja asioita, tutustuttiin myös muissa maissa tehtyihin tutkimuksiin. Mittauksia tehtäessä analysoitiin, mitkä tekijät vaikuttivat potilaiden saamiin säteilyannoksiin sekä mitä asioita täytyi röntgenhoitajan työtavoissa muuttaa tai korostaa. Ihmisen anatomian osaaminen ja kehon maamerkkien hyväksikäyttö auttavat asettelemaan potilaan hyvin ja rajaamaan kuvausalueen tarkkaan. Samalla voidaan välttää potilaan ylimääräistä säteilyaltistusta epäonnistuneiden kuvien takia. Kokonaisuudessa tekijä sai hyvän kokemuksen, jota voi jatkossa käyttää röntgenhoitajan työssä.

6.4 Jatkotutkimukset

Jatkossa samantyyppisiä säteilyannosmittauksia voitaisiin tehdä muille natiivitutkimushuoneessa 2 suorittaville röntgentutkimukselle. Esimerkiksi tähän huoneeseen on keskitetty kaikki lasten röntgentutkimukset, ja olisi mielenkiintoista tutkia lapsipotilaiden saamat säteilyannokset. Vaihtoehtona voitaisiin mitata myös ylipainoisten potilaiden lannerangan röntgentutkimuksessa saamat annokset.

LÄHTEET

Compagnone G., Pagan L., Baleni M. C., Calzolaio F. L., Barozzi L. & Bergamini C. Patient dose in digital projection radiography. *Radiation Protection Dosimetry*. 129/2008 (1-3): 135–137.

Erkintalo M., Suoranta H. & Manninen H. 1999. Kuvantaminen selkävaivoissa. *Duodecim* 1999; 115(16):1715

Euroopan komissio. 1996. European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images. EUR 16260. EN, Luxembourg. 10–11

Euroopan komissio. 1999. Säteilysuojelu 109. Ohjeita lääketieteellisessä säteilyaltistuksessa sovellettavista diagnostisista vertailutasoista. Luettu 10.5.2011.
http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/109_fi.pdf

Euroopan komissio 2000. Säteilysuojelu 118. Kuvantamistutkimuksia koskevat lähettämissuosituksset. 45–47. Luettu 12.5.2011
http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/118_fi.pdf

Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Oy Edita Ab.

Jokivuori P., Hietala R. 2007. Määrällisiä tarinoita: monimuuttujamenetelmien käyttö ja tulkinta. Helsinki: WSOY, 20–26.

Jurvelin J.S. 2005. Röntgenkuvaus. Teoksessa Soimakallio, S., Kivisaari, L., Manninen, H., Svedström, E. & Tervonen, O. (toim.) *Radiologia*. Helsinki: WSOY, 40–42.

Kananen J. 2008. Kvantti: Kvantitatiivinen tutkimus alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston paino, 10-11, 79-85.

Kananen J. 2011. Kvantti: Kvantitatiivisen opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Tampereen Yliopistopaino Oy - Juvenes Print, 12-22.

Kettunen, A. 2003. Potilaan säteilyaltistuksen optimointi ja kuvausparametrien valinta digitaalisessa kuvantamisessa. *Radiografia-lehti* 2/2003. Forssa: Painotalo Auranen Oy, 12-15.

Muhogora W. E., Ahmed N. A., Almosabihi A., Alsuwaidi J. S., Beganovic A., Ciraj-Bjelac O., Kabuya F. K., Krisanachinda A., Milakovic M., Mukwada G., Ramanandraibe M. J., Rehani M. M., Rouzitalab J. & Shandorf C. Patient Doses in Radiographic Examinations in 12 Countries in Asia, Africa, and Eastern Europe: Initial Results from IAEA Projects. *Amerikan Journal of Roentgenology*. 2008; 190:1453–1461.

Mustonen, R., Sjöblom, K-L., Bly, R., Havukainen, R., Ikäheimonen, T.K., Kosunen, A., Markkanen, M & Paile, W. 2007. Säteilysuojelun perussuosituksset 2007. Suomenkielinen lyhennelmä julkaisusta ICRP-103.

http://www.stuk.fi/stuk/tiedotteet/2008/fi_FI/news_513/_files/80696295703642947/default/sateilysuojelun_perussuosituksset_2007_icrp103_suom_lyhennelma.pdf

Nordic Co-operation. 1996. Nordic guidance levels for patient doses in diagnostic radiology. Report No 5 on Nordic radiation protection co-operation of radiation protection and nuclear safety authorities. Luettu 18.9.2011
http://www.gr.is/media/skyrslur//nrpa_report_nr_5_001.pdf

STM. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä 2000. 10.5.2000/423. Luettu 5.8.2011. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/>

STUK 2004. Röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittäminen. STUK tiedotta 1/2004. 4,6. Luettu 14.5.2011.
<http://www.stuk.fi/julkaisut/katsaukset/pdf/rontgensateily.pdf>

STUK. 2006. Terveysthuollon röntgenlaitteiden käytönaikaiset hyväksyttävyyssvaatimukset. Röntgenkuvaus- ja läpivalaisulaitteet ja tietokonetomografialaitteet. Päivitetty 17.8.2006. Luettu 4.11.2011.
<http://www.stuk.fi>.

STUK 2011. Potilaan säteilyaltistuksen vertailutasot aikuisten tavanomaisissa röntgentutkimuksissa. Päätös 11/3020/2011. Luettu 23.1.2012
http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/fi_FI/stohjeet/

STUK 2011. Röntgentutkimuksien säteilyannokset. Päivitetty 12.9.2011. Luettu 3.4.2012
http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/terveydenhuolto/rontgen/fi_FI/index/

Säteilylaki. 1991. 27.3.1991/592.

Tapiovaara M., Pukkila O., Miettinen A. 2004. Röntgensäteily diagnostiikassa. Säteilyn käyttö. Luettu 15.5.2011. 45, 125-129, 145-149.
http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja3/_files/12222632510021001/default/kirja3_1.pdf

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 13-17, 36-37, 90-91.

LIITTEET

Liite 1. Tietojen keruussa käytetyt lomakkeet

Laitelomake

Laitteen tyyppi		
Projektiot	AP	LAT
Hilan suhde/ lamellien määrä		
Suodatus kiinteä/lisää		
fokus, mm		
anodin lautasen kulma		
säteilytuotto, mGy/mAs		
kuvausjännite, kV		
fokustukipinta etäisyys, mm		
fokus-detektori etäisyys, mm		
kuvausreseptorin herkkyys		
valotusautomaatti, keskikammio		

Potilastietolomake

tutkimus / projektio		Lanneranka, PA	Lanneranka, LAT
Sukupuoli			
nainen			
mies			
syntymävuosi			
paino			
pituus			
FSD, Fokus-ihopinta etäisyys, cm			
Kenttäkoko tukipinnalla (L×K), cm			
Kuvausarvot			
kV			
mAs			
DAP, mGy×cm ²			
sädesuojat	rintarauhanen		
	gonaadit		

Liite 2. Lannerangan röntgentutkimuksessa saadut säteilyannokset

Taulukko1. Potilaiden painojakauma lannerangan röntgentutkimuksissa

Muuttuja	Lkm	Keski-arvo	Medi-aani	Keski-hajonta	Minimi	Ala-kvartiili	Ylä-kvartiili	Maksimi
Paino, kg	40	70,58	70,00	5,72	61,00	66,50	74,25	83,00

TAULUKKO 2. Potilaan saamat pinta-annokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektioittain

	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Alakvartiili	Mediaani	Yläkvartiili	Maksimi
AP=1	2,59	0,92	1,47	1,84	2,43	3,14	4,67
LAT=2	4,41	2,68	1,23	2,62	3,25	6,37	10,39
Yht	3,50	2,18	1,23	2,18	2,86	3,82	10,39

TAULUKKO 3. Potilaan kokotutkimuksen aikana saama annoksen ja pinta-alan tulo (Gy×cm²)

Muuttuja	Lkm	Keski-arvo	Medi-aani	Keski-hajonta	Minimi	Ala-kvartiili	Ylä-kvartiili	Maksimi
DAP,Gy*cm ²	20	1,56	1,29	0,66	0,63	1,11	2,20	2,77

TAULUKKO 4 Potilaan saamat luuydinkohtaiset säteilyannokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektioittain

	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Alakvartiili	Mediaani	Yläkvartiili	Maksimi	Lkm
AP=1	0,05	0,02	0,02	0,04	0,04	0,06	0,09	20
LAT=2	0,15	0,08	0,05	0,09	0,12	0,18	0,36	20
Yht	0,10	0,08	0,02	0,05	0,07	0,12	0,36	40

TAULUKKO 5. Potilaan saamat suolistonkohtaiset säteilyannokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektioittain

	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Alakvartiili	Mediaani	Yläkvartiili	Maksimi	Lkm
AP=1	0,27	0,10	0,11	0,20	0,26	0,32	0,48	20
LAT=2	0,05	0,08	0,01	0,02	0,03	0,05	0,37	20
Yht	0,16	0,14	0,01	0,03	0,14	0,26	0,48	40

TAULUKKO 6. Potilaan saamat sukurauhaisienkohtaiset säteilyannokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektioittain

	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Alakvartiili	Mediaani	Yläkvartiili	Maksimi	Lkm
AP=1	0,27	0,18	0,03	0,05	0,29	0,42	0,57	20
LAT=2	0,19	0,19	0,01	0,02	0,14	0,30	0,63	20
Yht	0,23	0,19	0,01	0,04	0,22	0,41	0,63	40

TAULUKKO 7. Potilaan saamat virtsarakonkohtaiset säteilyannokset (mGy) lannerangan röntgentutkimuksessa projektioittain

	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Alakvartiili	Mediaani	Yläkvartiili	Maksimi	Lkm
AP=1	0,88	0,31	0,21	0,67	0,85	1,05	1,46	20
LAT=2	0,09	0,06	0,02	0,05	0,07	0,10	0,24	20
Yht	0,49	0,46	0,02	0,08	0,23	0,82	1,46	40

TAULUKKO 8. Potilaan saamat efektiiviset annokset (mSv) lannerangan röntgentutkimuksessa projektioittain

	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Alakvartiili	Mediaani	Yläkvartiili	Maksimi
AP=1	0,18	0,07	0,02	0,15	0,17	0,23	0,35
LAT=2	0,10	0,06	0,03	0,07	0,08	0,11	0,23
Yht	0,14	0,08	0,02	0,08	0,14	0,18	0,35